

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ –
TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
Hornicko-geologická fakulta
Institut environmentálního inženýrství**

**NÁVRH JEDNOTNÉ KANALIZACE V OBCI
TĚŠKOVICE**

**THE CONCEPT OF SINGLE-PIPE SYSTEM IN THE
TESKOVICE VILLAGE**

diplomová práce

Autor:

Bc. Jaroslav Lojkásek

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Jan Thomas, Ph.D.

Ostrava 2011

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Jaroslav Lojkásek**
Studijní program: N2102 Nerostné suroviny
Studijní obor: 2102T006 Technologie a hospodaření s vodou
Téma: **Návrh jednotné kanalizace v obci Těškovice**
The concept of single-pipe system in the Teskovice village

Zásady pro vypracování:

1. Úvod
2. Popis stávajícího stavu a hydrologických poměrů
3. Principy řešení
4. Posouzení možných variant řešení a rozpracování doporučené varianty (graficky, hydrotechnické výpočty)
5. Ekonomické zhodnocení
6. Závěr

Seznam doporučené odborné literatury:


Dle pokynů vedoucího diplomové práce.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Jan Thomas, Ph.D.**

Datum zadání: 31.10.2010

Datum odevzdání: 30.04.2011



prof. Ing. Vojtech Dirner, CSc.
vedoucí institutu

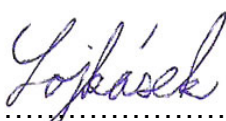


prof. Ing. Vladimír Slivka, CSc., dr.h.c.
děkan fakulty

Prohlášení

- Celou diplomovou práci včetně příloh, jsem vypracoval samostatně a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.
- Byl jsem seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo.
- Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).
- Souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé diplomové práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- Bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

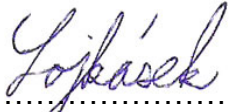
V Ostravě dne 29.4. 2011


.....
přímý podpis autora

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny podklady a použitou literaturu.

V Ostravě dne 29.4. 2011


.....
podeps autor

Poděkování

Poděkování Ing. Janovi Thomasovi, Ph.D. za odborné vedení a pomoc při zpracování této diplomové práce. Děkuji panu Ing. Martinovi Sedlákovi - starostovi obce Těškovice a panu Janu Poláškově - místostarostovi obce Těškovice za poskytnutí podkladů a materiálů pro vypracování návrhu, dále děkuji panu Ing. Vladimírovi Vítkově - řediteli firmy SOVEKO za odborné konzultace k problematice decentralizovaného čištění odpadních vod a panu Ing. Čestmírovi Krkoškovi za poskytnutí podkladů pro diplomovou práci.

ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

LOJKÁSEK, J. Návrh jednotné kanalizace v obci Těškovice. Ostrava: Institut environmentálního inženýrství, Fakulta hornícko – geologická VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2011. Diplomová práce, vedoucí: Ing. Jan Thomas, Ph.D.

Diplomová práce obsahuje návrh jednotné kanalizace v obci Těškovice. Úvodní část pojednává o stávajícím stavu obce a vytipování problémů pro vybudování kanalizace. Další teoretická část popisuje problematiku decentralizovaného čištění odpadních vod a praktická část je zaměřena na vlastní variantu řešení zabývající se decentralizovaným systémem čištění odpadních vod. Závěrem je ekonomické zhodnocení celého návrhu. Výkresová část a tabulky hydraulických výpočtů jsou v přílohách.

ANNOTATION OF THESIS

LOJKASEK, J. The concept of Single-Pipe System in The Teskovice Village. Ostrava: The Institute of Environmental Engineering, Faculty of Mining and Geology VŠB – Technical University of Ostrava, 2011. Thesis, head: Ing. Jan Thomas, Ph.D.

This thesis contains the concept of single-pipe system in The Teskovice Village. The first part deal about the current condition of the village and findings of problems for building of sewer system. The next theoretic part explain problems of decentralized waste-water treatment and practical part is oriented to own alternate of concept conversant decentralized waste-water treatment system. In the end of thesis is a project economical analysis of whole concept. Design documentation and charts of hydraulic calculation are enclosed.

Klíčová slova:

Stoka

Jednotná kanalizace

Šachta

Čistírna odpadních vod

Přípojka

Keywords:

Sewer

Single-Pipe System

Shaft

Waste-water treatment plant

Service connection

OBSAH

1 Úvod	1
1.1 Čištění odpadních vod pro komunální sféru – možnosti řešení	1
2 Popis stávajícího stavu a hydrologických poměrů	3
3 Vytipování problémů	5
4 Principy řešení	6
4.1 Domovní ČOV jako řešení pro celou lokalitu	6
4.1.1 Rozbor problematiky monitorování decentrálních řešení ČOV	6
4.1.2 Technická řešení pro kategorii 0 - 50 EO	6
4.1.3 Reálné hodnoty u domovních čistíren	7
4.1.4 Analýza monitorování stavů DČOV (AS VARIOcomp)	8
4.1.5 Vzor metodiky kontroly správného chodu čistírny	10
4.1.6 Typy monitorování a způsoby kontroly	11
4.2 Domovní ČOV – telemetrie a nové trendy v kontrole DČOV	13
4.2.1 Zkušenosti z Německa	13
4.2.2 Použití dálkového přenosu	15
4.2.3 Výsledky projektu – aneb stav techniky v ČR	17
4.3 Studie telemetrického řídicího systému	23
4.4 Řešení decentralizovaného čištění odpadních vod ve světě	25
4.4.1 Inteligentní dozorující a vyhodnocující podpůrný systém pro čistírny decentralizovaného čištění odpadních vod	25
4.4.2 Dálková monitorovací architektura umožňující centralizované provozování decentralizovaného systému čištění odpadních vod	26
4.4.3 Přiblížení problematiky decentralizovaného čištění odpadních vod: Použitelnost v rozvojových zemích	26
4.4.4 Technicko-ekonomické analýzy výběru decentralizovaných technologií pro městský systém čištění odpadních vod v městě Římě	27
4.4.5 Domovní čistírny odpadních vod ve Flandersku (Belgie)	28
4.4.6 Provozování decentralizovaného systému čištění odpadních vod a jeho aplikace na městské oblasti Pekingu v Číně	29
5 Posouzení možných variant řešení a rozpracování doporučené varianty řešení (graficky, hydrotechnické výpočty)	30
5.1 Vlastní návrh	30
5.2 Postup při výpočtu dimenzování stokové sítě	31
6 Ekonomické zhodnocení	36

7 Závěr	38
Seznam literatury	41
Seznam tabulek	44
Seznam obrázků	45
Seznam příloh	46

1 Úvod

Hlavním cílem diplomové práce je vlastní návrh jednotné kanalizace v obci Těškovice s decentralizovaným čištěním odpadních vod. Mapové podklady v digitální podobě a další potřebné materiály byly poskytnuty obcí.

Teoretická část se zabývá tématem domovních čistíren jako možné řešení pro celou lokalitu. Dále pojednává o problematice monitorovacích systémů domovních čistíren (zvláště pak telemetrické sledování) pro jejich snadnější a spolehlivější provozování. Následující část je zaměřena na vlastní variantu řešení decentralizovaného způsobu čištění a odvádění odpadních vod, jenž je stěžejním tématem diplomové práce a zároveň rozšířeným pokračováním návrhu bakalářské práce.

Praktická část obsahuje samotný návrh kanalizace. Součástí jsou hydraulické výpočty a grafické přílohy. Výsledkem je funkční návrh jednotné kanalizace s decentralizovaným čištěním odpadních vod.

Závěrečná část dokládá ekonomické zhodnocení návrhu a jeho porovnání s variantou s centralizovaným čištěním odpadních vod.

1.1 Čištění odpadních vod pro komunální sféru – možnosti řešení

Čištění odpadních vod a zásobování vodou je pro komunální sféru důležitou otázkou. Čištění a odvádění odpadních vod u větších obcí je zpravidla řešeno centrálním způsobem. Řada menších obcí má však tuto otázku stále před sebou, kdy se snaží dořešit problém odkanalizování. Obec se pak rozhoduje, zda bude odkanalizování řešit **centrálně** – tj. všechny odpadní vody budou svedeny do jedné ČOV případně do čerpací stanice a odčerpány na velkou ČOV nebo **decentrálně** – systémem domovních a skupinových čistíren.

Rozhodování není jednoduché. Je třeba zvážit finanční situaci obce (popř. jaké má možnosti získání dotací). Poté propočítat, jaké budou provozní a investiční náklady jednotlivých řešení, a jak se projeví v konečném důsledku na ceně vody. Nelze však říci, že některý ze způsobů řešení je obecně lepší než druhý, protože jejich výběr vždy záleží na posouzení konkrétního případu.

Decentralizovaný způsob čištění a odvádění odpadních vod je již ve světě rozšířen, zatímco u nás je tato technologie v začátcích. Proto snahou práce je přiblížení tohoto způsobu, jakožto další možnou variantu řešení.

Je zřejmé, že každá varianta bude mít svá pro a proti. Např. u centrálních řešení, kde budeme muset počítat se zpříšňováním parametrů na vypouštění, se již v zahraničí, zejména v Německu, uplatňují například tzv. **membránové technologie** schopné čistit vodu na úroveň dešťové vody, která by se dala recyklovat, popř. jinak využít. Ve městech jsou pak např. dva rozvody vody s rozdílnou cenou vody – rozvod pitné a rozvod užitkové vody. [3]

Příkladem tohoto řešení je např. olympijská vesnice v Sydney, kde je odpadní voda čištěna v centrální ČOV s mikrofiltrací a vracena do sítě k použití. Ve městě jsou tedy dva rozvody vody, barevně odlišené, pitná voda a užitková voda a cenovou politikou je spotřeba usměrňována tak, aby byl zájem využívat recyklovanou vodu. Díky tomu se dnes dodává do systému podstatně méně pitné vody než vody užitkové a výsledkem je, že do moře se vypouští jen asi jedno procento použitých vod [5].

U decentralních řešení jsou dva hlavní směry – jeden vede k větší automatizaci technologie nebo automatizaci dozoru, přesněji centralizuje po stránce provozování celý decentralní systém. Tento směr je reprezentován technickými novinkami umožňujícími např. recyklaci vody, tj. zase např. membránové technologie nebo možnosti dálkového řízení a kontroly provozu skupin čistíren – tzv. telemetrické systémy provozu.

Druhý, více přírodní směr má opět několik podvariant. Jednou z nich je například využití dělení vod u zdroje, tzv. DESAR systém, umožňující oddělené zacházení s různými typy vod. Další možnosti těchto přírodních systémů spočívají ve využití samočisticích pochodů přírody – zásak nebo odpar předčištěných vod, závlaha nebo zálivka předčištěnými vodami.

Význam těchto nových postupů v budoucnu jistě poroste. Nejčastěji zmiňované technologické inovace jsou membrány v komunálních čistírnách a telemetrické systémy pro skupiny domovních a malých ČOV – které jsou rozepsány v dalších kapitolách. [3]

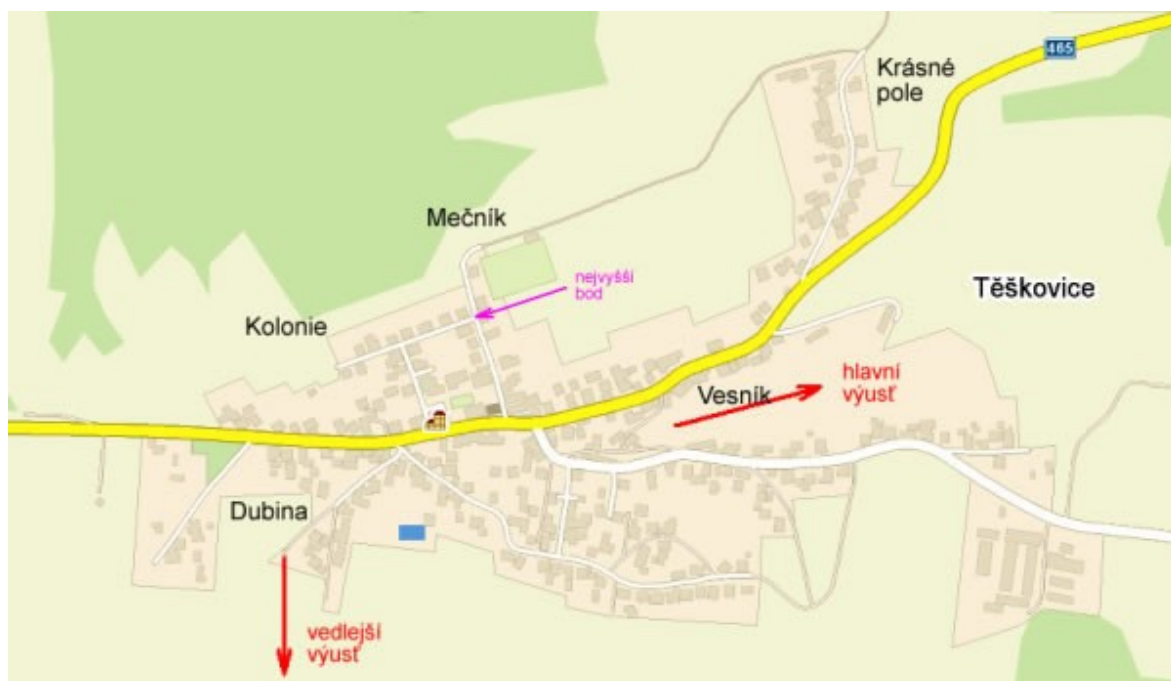
2 Popis stávajícího stavu a hydrologických poměrů

Obec Těškovice leží ve Slezsku v jihovýchodní části Nízkého Jeseníku na území bývalého okresu Opava a asi 10 km od Bílovce. Katastr obce se rozkládá v nadmořské výšce 386 až 458 metrů (nejvyšším místem je Mečník / Mezník). Katastrální výměra je 921 ha, z toho polovinu tvoří lesy. Z nejvyšších bodů je výhled na hradbu Beskyd, průmyslovou Ostravu, lázně Klimkovice aj. Obec obklopují dvě údolí: potoka Jamníku a Setiny / Seziny. Oba toky se vlévají do Bílovky a s ní pak do Odry. Těškovice mají 847 (k 1. 1. 2010) obyvatel.

Pro lepší představu jsou na následující straně obrázky: Obr.1 Letecký snímek obce Těškovice a Obr.2 Mapa obce Těškovice s názvy jednotlivých částí obce.



Obr.1 Letecký snímek obce Těškovice



Obr.2 Mapa obce Těškovice s názvy jednotlivých částí obce

3 Vytipování problémů

V dřívějších dobách nebylo dbáno na čištění odváděných odpadních vod. Dnes je již naštěstí kladen důraz na čištění vod na základě vstupu do Evropské Unie, která ukládá změny a požadavky na kvalitu vypouštěných odpadních vod do vod povrchových. Výstavby kanalizací pro města a obce jsou proto nyní žhavým tématem či problémem, neboť všechny obce musí mít do roku 2012 vybudovanou kanalizaci.

Obec Těškovice nemá žádnou vybudovanou kanalizaci pro odvádění odpadních vod, tedy ani čistírnu odpadních vod. Pouze v některých částech je vybudovaná dešťová kanalizace. Odpadní vody jsou prozatím odváděny z hlavní výusti na východní straně obce a vedlejší výusti v západní části obce vytékající na jih.

Obec již má vypracovaný návrh jednotné kanalizace s centralizovaným čištěním odpadních vod, který však nebyl místním obyvatelstvem přijat. Po dohodě s vedením obce byl vypracován návrh jednotné kanalizace s decentralizovaným čištěním odpadních vod jakožto další možná varianta.

4 Principy řešení

Teoretická část

4.1 Domovní ČOV jako řešení pro celou lokalitu

Je zřejmé, že především z důvodů ekonomických bude nutno některé lokality řešit decentrálními způsoby tj. soustavou domovních a malých čistíren. Dnes v době certifikace domovních ČOV (od 1. 7. 2009 certifikace podle EN), není ani tak problém zajistit, aby ČOV byla funkční, problém je zajistit, aby byla provozována. V případě řešení celých lokalit se pak systém telemetrického sledování celé lokality jeví jako ekonomický a efektivní. V následujících kapitolách je uveden rozbor celé problematiky. [1]

4.1.1 Rozbor problematiky monitorování decentrálních řešení ČOV

Za decentrální čištění odpadních vod se obvykle bere řešení lokalit (přesněji aglomerací) o velikosti do 2000 EO (ekvivalentních obyvatel). ČOV můžeme v rámci decentralizovaného řešení rozdělit do následujících tří kategorií:

Kategorie do 50 EO – je kategorií, u níž je v řadě zemí aplikován zvláštní přístup. – tzv. výrobní přístup.

Kategorie 50 - 500 EO – je kategorií, kdy se v řadě případů ještě uplatní balené čistírny, ale při návrhu se již postupuje individuálně a nevztahuje se na ni výrobní přístup. Tato kategorie má své vlastní emisní standardy zohledňující velikost a používané technologie čistíren této kategorie.

Kategorii 500 - 2000 EO – představují již obvyklé klasické biologické komunální čistírny. Vzhledem ke své velikosti jsou jejich emisní standardy přísnější než u kategorií pro menší čistírny a počítá se také s jiným způsobem obsluhy. [1]

4.1.2 Technická řešení pro kategorii 0 - 50 EO

Co se týká technologií domovních čistíren, jsou v zásadě dva způsoby – buď se bakterie účastní se čistícího procesu vznášejí ve formě vloček – aktivační čistírny, nebo jsou přisedlé na nosiči – čistírny s nárůstovými technologiemi, popř. kombinace obou technologií. Obecně platí, že nerůstové technologie jsou stabilnější, aktivace (tedy vločky ve vznosu) pak vhodnější na více zatížené vody a

výrobky s touto technologií levnější. Kombinace nerůstových kultur a aktivace je pak účinné a stabilní řešení, ale také nejdražší.

Na některých lokalitách je u domovních čistíren požadována vyšší úroveň čištění, např. z důvodu rekreace (koupání), odběrů vody pro další účely, nebo v případě recyklace. Požadavek vyšší úrovně čištění může spočívat v odstranění nerozpustných látek (např. závlaha) nebo v hygienizaci vody (koupání, mytí techniky, závlaha). Za tímto účelem se dá jako technologie použít nějaký způsob filtrace a např. UV záření. Stále častěji se však používají membránové bioreaktory (MBR).

ČOV s membránami (MBR). Princip této technologie spočívá v tom, že dobře biologicky vyčištěná voda je filtrovaná přes membránu, která zabrání průchodu nerozpuštěných látek. Přitom rozpuštěné látky membránou procházejí, nezachytí se na ní např. dusičnany, dusitany atd. Pokud voda obsahuje větší množství rozpuštěných organických látek, vede to k zarůstání membrán a zkracování doby mezi regenerací membrán. Předpokladem dobře fungující ČOV s membránami je dobře fungující biologie.

Hlavní výhodou MBR jsou dosahované nízké odtokové koncentrace viz tabulka č. 1. [1]

Tab. 1 Typické parametry vyčištěné vody z ČOV s membránami

Parametr	CHSK mg/l	BSK5 mg/l	NL mg/l	NH4-N mg/l	Pc* mg/l	Zákal NTU	celk. kolif. bakt. cfu/100 ml	Salmonella cfu/100 ml	E.c. cfu/100 ml
Hodnota	< 25	< 5	< 1	< 1	< 0,3	< 0,4	< 250	0	< 40

*simultánní srážení fosforu

4.1.3 Reálné hodnoty u domovních čistíren

Je třeba si uvědomit, že ČOV do 50 EO jsou výhradně určeny jen na splaškové vody, tj. nepočítá se s čištěním vod průmyslových. Nejsou do nich zaústěny vody srážkové. Předpoklady ovlivnění cizími vlivy jsou nízké. Dimenzování technologie je prováděno tak, aby byl zajištěn spolehlivý provoz. [1] Tato technologie je prověřena zkouškou daného typu ČOV, která trvá 40 týdnů a výsledkem je protokol popisující chování ČOV i v různých zátěžových stavech, jako jsou dovolená apod. Od výrobce se dovíme, jak se bude ČOV chovat

v různých situacích. [14] Po stránce technologické jsou předpoklady dosažení vysokého stupně čištění. Problém je však často ve způsobu provozování, který je však možno vyřešit zavedením efektivního systému provozování a kontroly provozu. [1]

4.1.4 Analýza monitorování stavů DČOV (AS VARIOcomp)

Vzhledem k tomu, že většina dnes dodávaných čistíren jsou čistírny založené na nízkozátěžové aktivaci, je tato analýza zpracována pro tyto čistírny, speciálně pak se zaměřením na ČOV AS VARIOcomp. (Ne všechny ČOV v této kategorii mají zásobník kalu a mamutku na odtah vyčištěné vody – tedy vytváření akumulčního prostoru).

Monitorování lze rozdělit na monitorování mechanických částí ČOV a na monitorování technologických procesů, případně na kontrolu pravidelného provádění údržby a servisní prací, přičemž se dá říci, že pokud fungují mechanické části ČOV je předpoklad funkčnosti celé ČOV poměrně vysoký. Odtok nedostatečně vyčištěné vody pak hrozí v případech zhoršení vlastností natékající vody např. tím, že by voda obsahovala toxické látky nebo těžko odbouratelné organické látky. Další (častou) příčinou je neprovozování čistírny tj. zanedbání provozu, údržby a servisu. [1]

a) Monitorování poruch mechanických částí

- Většina aktivačních čistíren je opatřena zdrojem vzduchu, který je potřebný pro správné fungování biologických procesů. Je vhodné monitorovat, zda je zdroj funkční, případně zda je dodáváno plánované množství (průtokoměr vzduchu) s dostatečným tlakem (měřením tlaku v přívodní hadici).

b) Monitorování technologických procesů

- Zhoršení funkce lze předpokládat v případě naplnění kalového prostoru, čemuž se dá předejít měřením úrovně kalu (kal vytváří rozhraní) a včasným upozorněním na nutnost odvozu kalu.
- Biologické procesy jsou limitovány přítomností rozpuštěného kyslíku (lze měřit jako rozpuštěný kyslík nebo jako oxidačně-redukční potenciál) a přítomností vloček aktivovaného kalu (lze měřit jako sušina aktivovaného kalu). Množství kalu se pak reguluje jeho odtahem (směs vody a vloček) do

kalové nádrže, a to u malých čistíren ručně (diskontinuálně) u větších pak kontinuálním čerpáním.

- Odloučení vloček a vyčištěné vody se děje v dosazovací nádrži, přičemž odloučený kal je odtahován zpět do aktivace. Kontrola správné funkce je možná měřením zákalu, zvýšení podílu vloček v odtahované vyčištěné vodě může být zapříčiněno jednak poruchou některé mechanické části (např. ucpáním prostupu), nebo nárůstem nevhodného typu bakterií (vláknité bakterie se špatně od vody oddělují).
- Výsledná kvalita vody – existují již přístroje schopné měřit kontinuálně veličiny požadované legislativou tj. BSK₅, CHSK, NL a případně další veličiny, avšak cenově se tyto přístroje pohybují ve stovkách tisíc. Zatím se nepředpokládá jejich nasazení u tak malých zdrojů. Z veličin indikujících stupeň vyčištění přicházejí nejvíce v úvahu sondy stanovující amoniak. [1]

Řízení technologických procesů

U tohoto typu technologie je důležité zajistit správný poměr mezi množstvím organismů, vzduchu, přiváděného znečištění a objemem, ve kterém se znečištění odehrává. Procesy optimálně probíhají v určitém rozmezí zatížení, na které je ČOV navržena. Pokud je přiváděné znečištění příliš malé, nevytvoří se vločky mikroorganismů (nebo jsou vločky malé a jsou odnášeny do odtoku) a důsledkem toho je nízký čistící efekt v ukazatelích BSK₅ a CHSK (a jako průvodní jev i zvýšení obsahu amoniaku). Naopak pokud je zatížení přitékajícím znečištěním příliš vysoké, nebude dostatek kyslíku ve vodě pro vykultivované mikroorganismy. Opět stoupnou odtokové hodnoty a s nimi jako průvodní jev i obsah amoniaku. Chceme-li trvale splňovat odtokové parametry, je vhodné optimalizovat odtah přebytečného kalu (narostlých mikroorganismů). V zásadě existují dvě možnosti – nastavením nebo provedením odkalení (stanoví se na vzorku směsi z aktivace poměr vody a obsah kalu a podle toho se provede odkalení nebo u kontinuálně pracujících systémů přednastavení odčerpávaného množství).

c) Monitorování servisu

- Součástí provozování čistírny je i vedení záznamů o provozování. Je vhodné monitorovat vstupy do ČOV. Upozorňovat ve vhodných intervalech obsluhu na provedení kontroly a nastavení obsahu aktivovaného kalu (pokud by nebylo prováděno automaticky na základě měření zákalu), vést záznamy o provedených nastaveních a stavech. Zaznamenával by se čas provedené kontroly a posledního odkalení, a hodnocení stavu a provedená opatření. Provádělo by se například hodnocení pěti parametrů (stav aktivace, dosazovací nádrže, kalové nádrže, snížení množství kalu na určitou hodnotu a odstranění plovoucího kalu z hladiny dosazovací nádrže). [1]

4.1.5 Vzor metodiky kontroly správného chodu čistírny

Pro kontrolu správného chodu čistírny je třeba provádět tři typy kontrol – vstupní, rutinní a inspekční. Je nutné kontrolovat níže uvedené potencionální problémy, z nichž některé jsou naplněny pouze jednoho typu kontrol a některé všech.

- Rozvržení čistíren dle jejich velikosti a plán intenzity rutinních kontrol, (např. 5 EO – 1x za 5 let, 30 EO – 1x za 3 roky, atd. Pozn.: je třeba zvýšit intenzitu kontrol u čistíren, kde v domácnosti používají drtiče odpadu nebo tam, kde byla při níže provedených kontrolách zjištěna markantní změna při využívání čistírny, např. změnou počtu obyvatel žijících v domácnosti či změnou zvyků obyvatel domu),
- Kontrola umístění čistírny dle výkresu (kontrola vstupních míst do čistírny),
- Zjištění a vyhodnocení potencionálních minulých problémů,
- Odhad reálné spotřeby vody domácnosti a návrh úspory vody v domácnostech, resp. návrh pro zákazníka,
- Kontrola potencionálních netěsností, ztrát, příp. oprava zjištěných nedostatků,
- Kontrola struktury čistírny (zda na ní nějaká část nechybí),
- Vyhodnotit a zkontrolovat přístup do čistírny (prasklé víko, atd.),
- Zkontrolovat čistírny a rozdělovací objekt, zda tam nejsou nežádoucí / rozbité přepady nebo by-passy,

- Kontrola přívodního potrubí, ucpání, toku, test s barvivem na zjištění chyb,
- Kontrola stromů v blízkosti, kdy by prorůstající kořeny mohly zničit konstrukci čistírny,
- Kontrola, zda přes čistírny nepřejíždějí nákladné předměty – auta, atd.,
- Kontrola, zda srážková voda není zaústěna z okapu do čistírny nebo do místa zásaku,
- Kontrola, zda nedošlo k propadům půdy v okolí čistírny,
- Kontrola, zda tam nejsou překopnuté hadice nebo odizolované dráty, atd.,
- Zjištění výšky hladiny kalu a pěny v čistírně – dle změny výšky hladiny kalu v nádrži – lze předpokládat zvyky obyvatel a tudíž intenzitu odčerpávání přebytečného kalu,
- Zjištění zvyku obyvatel žijících v bytě – používání drtičů odpadu; přepočet velikosti ČOV; kuchařské zvyky; sanitace na WC + pročištění trubek – enzymy, chlorované přípravky, soda, louh; praní prádla; množství dnů přes rok, kdy je dům obýván,
- Vyhodnotit a zkontrolovat odtok (zásak, recipient, zavlažování),
- Kontrola hydraulické kapacity zásaku (potřebné pro zjištění kapacity zásaku),
- Zápis obyvatelům a provozovatelům (je důležitá výchova obyvatelů, aby byli poučení a neobávali se znečištění, resp. vyšších nákladů). [1]

4.1.6 Typy monitorování a způsoby kontroly

a) Monitorování mechanických částí a technologických procesů

Tab. 2 Monitorování mechanických částí a technologických procesů

Pol.	Činnost	Způsob
1	Chod dmyhadla	Elektricky
2	Tlak v přívodní hadici (těsnost hadice, vada na elementu)	Piezometr
3	Činnost mamutky a elementu	Vizuálně
4	Činnost mamutky	Měření pohybu hladiny v dosazovací nádrži
5	Množství kalu v kalové části	Měření výšky úrovně kalu
6	Měření výšky vrstvy plovoucích látek a usazovací nádrže	Sonda
7	Dodávka vzduchu - optimum	Měření obsahu rozpuštěného O ₂ - sonda v aktivaci (případně měření oxidačně redukčního potenciálu)
8	Funkce dosazovací nádrže a NL	Měření zákalu
9	Výsledná kvalita	On-line analyzátor vyčištěné vody

b) Řízení provozu (automatické)

Tab. 3 Řízení provozu (automatické)

Pol.	Činnost	Způsob
	Optimalizace odtahu přebytečného kalu	Měření zákalu a následné ovládání chodu mamutky (regulace vzduchu)
	Nastavení režimu dovolená	
	Optimalizace množství přiváděného vzduchu	Kyslíková sonda a řízení chodu dmychadel
	Optimalizace odtahu vyčištěné vody v závislosti na odtoku	Měření výšky hladiny v dosazovací nádrži a ovládání přívodu vzduchu do mamutky vyčištěné vody (LOGO)

c) Monitorování servisních prací

Tab. 4 Monitorování servisních prací

Pol.	Činnost	Způsob
	Vstup do ČOV (neoprávněné vstupy)	Přenos otevření víka
	Revize - popis stavu - viz metodika	Přenos dat - čísla, poznámky
	Popis pravidelných úkonů - popis servisních prací, množství odvezeného kalu atd.	Přenos dat - čísla, poznámky

Telemetrie – optimální minimum

ČOV do 50 EO – kontrola mechanického stavu a kontrola činností obsluhy

ČOV 50 - 500 EO – kontrola indikace stavu úrovně čištění přes odtokové koncentrace amoniaku

ČOV 500 - 2000 EO – stejné jako ČOV pro 50 – 500 EO, navíc regulace množství kyslíku

Je zřejmé, že na lokalitách s větším počtem domovních a malých čistíren by se měly upřednostnit řešení s telemetrickým sledováním a to hned ze dvou důvodů – jeden je efektivita servisu a druhý pak ohled na životní prostředí – možnost efektivní kontroly. [1]

4.2 Domovní ČOV – telemetrie a nové trendy v kontrole DČOV

Domovní čistírny si už získaly pevné místo při plánování odvádění odpadních vod. Část obyvatel bude odkázána na domovní ČOV a na decentrální systémy. Odhad je kolem 10% obyvatelstva střední Evropy, v USA cca 25% domácností (EPA Guidelines, 2003). V Německu se předpokládá 1,7 mil. domovních ČOV a septiků. Z pohledu životního prostředí je použití účinných a spolehlivých domovních ČOV a jejich efektivní provoz, významným prvkem. Největším problémem je však úroveň provozu ČOV. Tím nabývá dozor nad čistírnami stále většího významu. Jedním z možných způsobů řešení dozoru v budoucnosti je telemetrické sledování. [2]

4.2.1 Zkušenosti z Německa

Dosavadní pokusy pro zlepšení provozu v Německu např. byly:

- Právní opatření např. v Bavorsku a v Sasku spočívající v privatizaci kontroly nebo přenosu kontroly na obce (nebo svazky obcí), neboť vodoprávní úřady nemají dostatečnou kapacitu,
- Vývoj digitálních protokolů o kontrole provozu tak, aby došlo k souhře všech dotčených a zainteresovaných,
- Certifikace firem provádějících dozor domovních ČOV,
- Stanovení minimálních znalostí provozovatele domovní ČOV.

V Německu je přenesena odpovědnost za odpadní vody na uživatele pozemku. Ten je pak odpovědný za návrh, stav a provoz ČOV s výjimkou odvozu kalu fekálním vozem, za což odpovídá obec viz Tab.5. [2]

Tab. 5 Fáze v průběhu provozování DČOV a odpovědnosti za ně

Provoz domovní ČOV				
Činnost	Vlastní provoz	Dozor	Uvedení do provozu	Odvoz kalu
Odpovědnost	Uživatel	Uživatel	Uživatel	Obec
Provedení	Uživatel Najatý odborník	Firma Odborník	Odborník	Obec, obcí zajištěná firma

Problémy při provozu a dozoru DČOV:

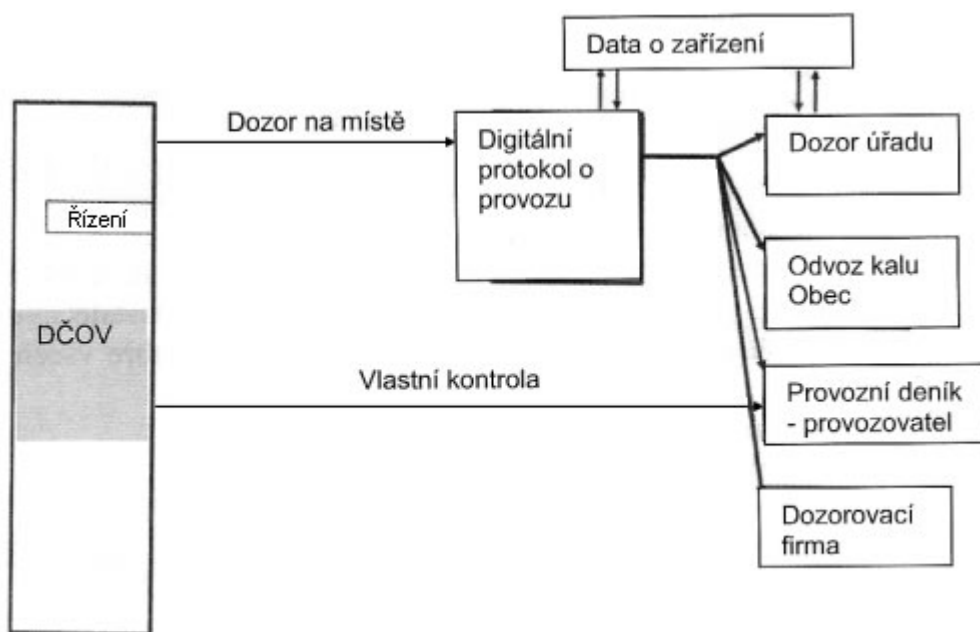
- Malý zájem provozovatele,
- S prosazením odborného provozovatele,
- S včasným ekonomickým odvozem kalu,
- S povolováním DČOV a kontrolou obsluhy.

Řešení ke zlepšení:

- Prosazení důsledné kontroly, s případným využitím elektronických protokolů,
- Zlepšení díky využití dálkového ovládání přenosu,
- Odlehčení vodoprávním úřadům přenosem provádění kontroly na jiné subjekty.

Zavedení digitálního protokolu o dozoru

Vodoprávní úřady jsou povinné provoz domovních ČOV kontrolovat. Jeden z možných prostředků je vyhodnocování zpráv o provedeném dozoru pomocí speciálního software. Což mimo jiné ulehčí práci jak úřadům, tak i obcím zajišťujícím odvoz kalu.



Obr.3 Informační tok při provádění vlastní kontroly domovní ČOV

System a software z Dolního Saska se rozšířil i do dalších spolkových zemí. Výhoda tohoto systému je v tom, že se všichni sjednotili v jedné formě. Vedle toho existují ještě software provozujících firem. Všeobecně je výhodou možnost vyhodnocování jednotlivých jevů. [2]

4.2.2 Použití dálkového přenosu

Nová zařízení jsou většinou vybavena sběrem dat, která je možno stáhnout. Úkony prováděné při dozoru DČOV, které je možno nahradit dálkovým sledováním a které ne, ukazuje Tab. 6.

Tab. 6 Možnosti náhrady některých úkonů dálkovým přenosem

Možnost náhrady	Příklady
Úplná	- zda nařízení je pod proudem - povodeň nebo zatopení - motohodiny
Částečná	
Není možná	- vzhled odtoku a vločky na odtoku - stanovení vyflocovaného kalu a jeho odstranění

Vytvořením digitálního protokolu se ušetří provozovateli čas nad kontrolou provozu. Z protokolu bude zřejmé, zda zařízení bylo funkční a kolik pracovalo hodin. Kontrola plovoucího kalu pak zůstane jako úkol pro osobní návštěvu.



Obr. 4 Náhrada prací pomocí přenosu dat

Tab. 7 Možnosti nahrazení prací při provozování

Náhrada	Příklady	
Úplná	<ul style="list-style-type: none"> - kontrola elektrických agregátů - kontrola alarmu - kontrola výšky kalu v usazovací nádrži - měření parametrů v aktivaci 	Např. fa. Huntmann Předpoklad jsou vhodné sondy
Částečná	<ul style="list-style-type: none"> - kontrola čerpadel - kontrola aerátorů - nastavení provozních hodnot - provedení záznamů do provozního deníku 	Nenahradí na 100% Nenahradí na 100%
Zatím nemožná	<ul style="list-style-type: none"> - kontrola stavební části - kontrola větrání - kontrola velikosti bublin - kontrola plováků - celkový úklid - měření parametrů v biologii - kontrola nátoku 	Jen nepřímo přes indikaci zaplavení

Stupně intenzity nasazení techniky na přenos

Je možné volit různý rozsah vybavení.

Tab. 8 Různý rozsah vybavení

Stupeň	Popis stupně	Možnosti použití
1	Náhrada vlastní kontroly	Provozovatel přenesse povinnost na jiné
2	Dálkový dohled na sběr dat na centrále decentralní reakce	Obec zajišťuje dozor jako službu. Provoz sledují a na něj reagují dodavatelské firmy.
3	Dálkové řízení - je možné na dálku nastavovat parametry	Dodavatelé zařízení nebo provozovatelé mohou na dálku provádět různé změny v nastavení
4	Zvýšení počtu přenášených informací nasazením speciálních sond 4a - kalová sonda 4b - odtoková sonda	Optimalizace odvozu kalu. Možnost předávání informací provozovatelům nebo úřadům

Poznámka: Stupeň 2 je provozován na lokalitě Lipperverband. Dodavatel jej bude provozovat 10 roků, a pak jej bezplatně předá obci do užívání. Přenos dat je pomocí telefonu. Na základě přenosu dat je optimalizován servis.

Dálkovým přenosem se tak omezí počet zbytečných jízd a ušetří se čas. Na základě systému přenosu dat se dá vybudovat i celá organizace servisu. Dále je možno takto vytipovat slabá místa čistíren a provést opatření do budoucna.

Čím je zařízení vybaveno více senzory, tím více provozních parametrů lze sledovat. Například plováky u čerpacích stanic, hladinoměry, průtokoměry u membrán, kyslíkové sondy u biologie nebo tlaková čidla u membrán.

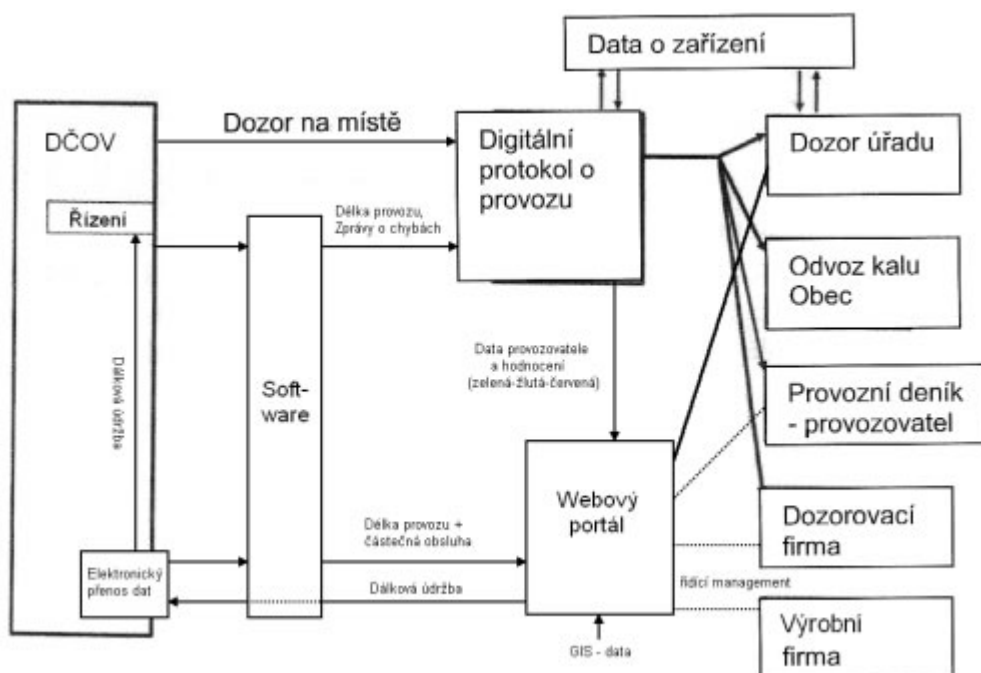
Nejpokročilejší je technika na měření výšky kalu. Data jsou přenášena na centrálu a na základě toho je prováděna logistika odvozu kalu z čistíren. [2]

Možnosti přenosu dat

Data je v podstatě možno přenášet dvěma cestami – klasicky přes telefon nebo na bázi internetu. Přenos dat může být po síti nebo bezdrátové a analogový nebo digitální.

Nejčastěji se dnes používá přenosový modul a GSM modem. Je tak možno použít hlášení poruch pomocí E-mailu nebo SMS. Pomocí speciálního software je možno se zařízením i komunikovat.

Jsou však dnes i poskytovatelé systému založených na internetu. Kde je možné ukládání dat na webu. Oprávněné osoby pak mají přístup a možnost sledovat zařízení on-line. Přes SPS je možné klasifikovat chyby a případně je i řešit. [2]



Obr. 5 Vize toku informací u domovních ČOV v budoucnu

4.2.3 Výsledky projektu – aneb stav techniky v ČR

Provozní stavy čistíren odpadních vod lze rozdělit na monitorování mechanických částí ČOV a na monitorování technologických procesů, případně na kontrolu pravidelného provádění údržby a servisních prací. Lze konstatovat, že pokud fungují mechanické části ČOV, je předpoklad funkčnosti celé ČOV poměrně vysoký. Odtok nedostatečně vyčištěné vody pak hrozí v případech zhoršení vlastností natékající vody např. tím, že vody by obsahovala toxické látky nebo

těžko odbouratelné organické látky. Další (častou) příčinou je neprovozování čistírny, tj. zanedbání provozu, údržby servisu. Shrňeme-li možné stavy, dospějeme k následujícímu:

Monitoring mechanických částí a technologických procesů čistírny

- Kontrola chodu dmychadla a elementu měřením objemu dodávaného vzduchu,
- Kontrola činnosti mamutky a elementu,
- Vyhodnocení množství kalu v kalové části,
- Měření výšky plovoucích a flotujících látek,
- Měření hladiny usazováku,
- Kontrola funkce dosazováku,
- Kvalitní analýza odtoku (např. amoniakální sonda).

Automatické řízení provozu

- Optimalizace odtahu přebytečného kalu,
- Nastavení režimu dovolená,
- Optimalizace množství dodávaného vzduchu,
- Optimalizace odtahu vyčištěné vody v závislosti na nátoky.

Monitorování servisních prací

- Vstup do čistírny (kontrola neoprávněných vstupů),
- Revize: popis stavu,
- Popis provedených úkonů – popis servisních prací, množství odvezeného kalu, atd. [2]

Variantní řešení systémů a řešení čidel a rozvaděče na ČOV

Pokud budeme uvažovat nad vhodností aplikace decentralizovaného čištění odpadních vod pro lokality do stovek ekvivalentních obyvatel, s akcentem především na lokality v řádech jednotek a desítek ekvivalent, dospějeme z hlediska komfortu obsluhy a cenové náročnosti řešení k rozdělení do několika skupin:

- Prosté zjištění, zda čistírna mechanicky funguje,
- Prosté zjištění, zda čistírna mechanicky funguje, plus analýza základních odtokových parametrů,
- Prosté zjištění, zda čistírna mechanicky funguje, její možné řízení a analýza základních odtokových parametrů,
- Optimální komplexní řešení řízení a regulace čistírny a základní on-line analýza odtoku,
- Komplexní řešení řízení, regulace čistírny a on-line analýzy odtoku.

Z tohoto souhrnu nám vypadá jako závěr nutnost instalace následující kontrolních mechanismů, které budou dle výběru rozsahu monitoringu čistírny přivedeny na rozvaděč:

- Funkce dmychadla (ano/ne),
- Kontrola tlaku v přívodním potrubí vzduchu (odchýlení od nastavené hodnoty),
- Existuje-li pohyb hladin v nádražích oběma směry,
- Výška kalu v kalové nádrži,
- Analýza odtokových parametrů, kdy hlavním sledovaným parametrem je $\text{NH}_4\text{-N}$,
- Kontrola provozování – monitorování vstupů, zasílání údajů o funkci a servisu,
- Další funkce, např. on-line analyzátory, dávkování koagulantu na srážení fosforu, dávkování dezinfekčního činidla na dezinfekci vyčištěných odpadních vod, kontrola fluxu pro membránové čistírny.

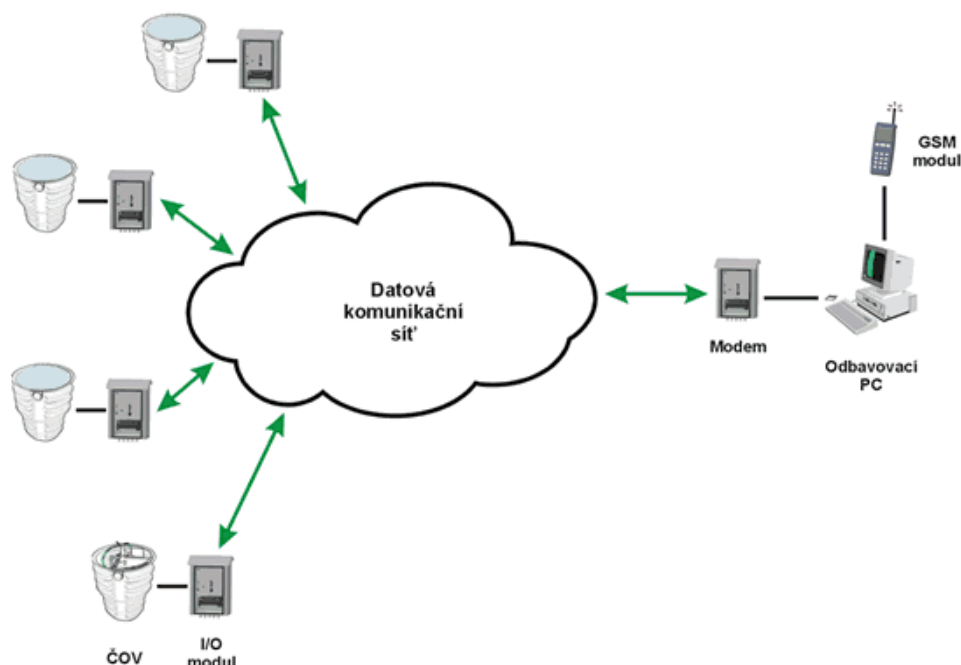
Koncepce řešení předpokládá telemetrické stanovení kontroly stavů na čistírně tak, aby sledování provozních funkcí a parametrů čistírny optimálně vystihovalo efektivitu čistícího procesu a současně bylo umožněno dálkové řízení základních procesů. Pomocí čidel je realizována okamžitá i dlouhodobá kontrola procesu čištění tím, že budou definovány rozsahy standardních stavů na čistírně a veškeré nestandardní stavy budou zobrazovány na centrálním pracovišti.

První vzorová řešení již pracují ve dvou čistírnách nejmenší kategorie. Zde je třeba ovšem zdůraznit úskalí fotovoltaických zdrojů, kterým je nedostatek slunečního záření v zimních měsících. Pokud by měla čistírna fungovat celoročně, musel by být fotovoltaický zdroj mnohonásobně předimenzován a stal by se tak neúměrně nákladným; možným řešením je další alternativní zdroj – malá větrná elektrárna nebo přenosný benzinový agregát. [2]

Architektura monitorovacího systému

Decentralizovaný systém čištění bude mít své centrum dohledu a servisu. Současně předpokládaný trend uvažuje s elektronickým přenosem vybraných provozních stavů (viz výše) k zajištění nezávislé údržby a kontroly jednotlivých čistíren.

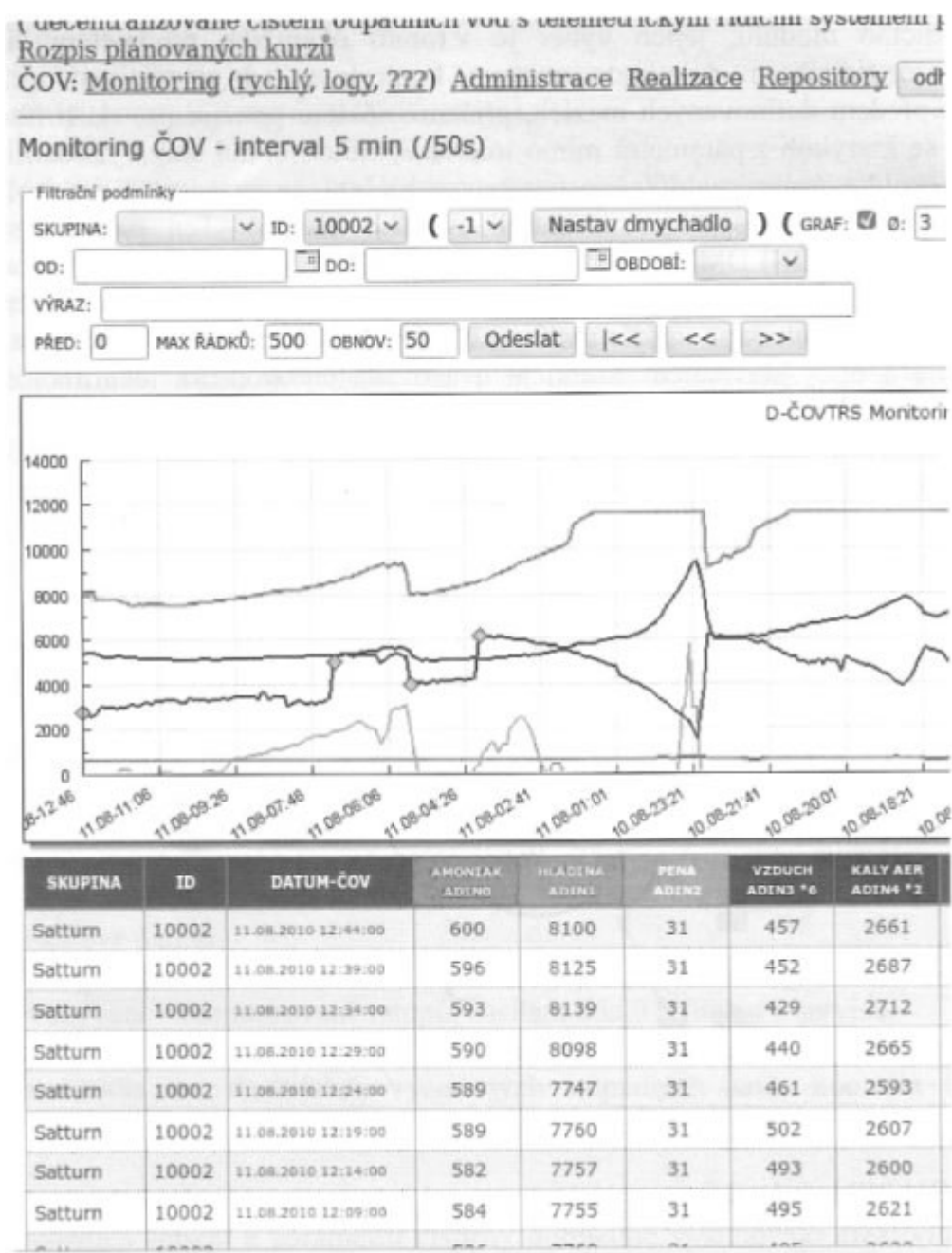
Systém tedy bude pomocí elektronických snímačů spojitě vyhodnocovat vybrané parametry pomocí řídicího modulu. Mikroprocesor řídicího modulu bude současně kontrolovat, zda se výstupní signály snímačů pohybují v předem definovaných mezích, přičemž některé použije pro další řízení procesů. Vychýlí-li se kterýkoli z parametrů mimo toleranci, řídicí modul stav vyhodnotí a v podobě zprávy s několika úrovněmi důležitosti přenese hlášení na pracoviště servisního technika (popř. i provozovatele systému decentralizovaného čištění). Ten pak z obsahu hlášení (příklad: „NEFUNKČNÍ DMYCHADLO NA ČISTÍRNĚ U DOMU Č.256!“) posoudí rozsah potřebného servisního zásahu a jeho včasným provedením vyloučí možnost vzniku havarijních stavů čistírny. Zamýšlenými součástmi systému budou i nástroje administrace. Pro kontrolu a doby servisních zásahů je uvažována elektronická identifikace zahájení a ukončení činnosti na čistírně včetně osoby technika. Tato hlášení je možné přenášet na pracoviště provozovatele pro kontrolu fakturací a včasnosti prováděných prací. Uvažovány jsou v budoucnu i archivace dat statistické povahy, např. množství systémem vyčištěných odpadních vod, odtékajících do vodoteče, havarijní stavy a jejich výskyt na jednotlivých čistírnách apod. [2]



Obr. 6 – ČOV Příkladné schéma systému

Provozní zkušenosti na vybraných lokalitách

Navržený systém kontrolních mechanismů a telemetrický přenos je v současné době testován na čtyřech vybraných lokalitách. Základním pracovištěm je zkušební polygon firmy ASIO, který skýtá velké možnosti v experimentování s řídicími procesy. Ověřením funkce systému je prováděno porovnáním elektronicky snímaných hodnot vybraných parametrů s výsledky laboratorních rozborů. Podle předpokladu lze konstatovat souhlas s výroky výrobců domovních čistíren odpadních vod, že jsou-li dodržena všechna pravidla provozu, kvalita odtokových vod splňuje požadované parametry. Zejména porovnání výsledků kontinuálního elektronického rozboru amoniakálního dusíku v odtokových vodách odpovídá laboratorním testům. Další práce ve vývoji systému budou zaměřeny na zdokonalení řídicího procesu aerace v závislosti na fázi rozvoje bakteriálních kultur a jejich kvalitě a provozním zatížením množství spotřebované energie; i jeho snížením šetříme své životní prostředí. Rovněž zvýšení komfortu i lepších výsledků čistícího procesu. [2]



Obr.7 - Ukázka části vývojové aplikace s graficky znázorněnými hodnotami sledovaných parametrů

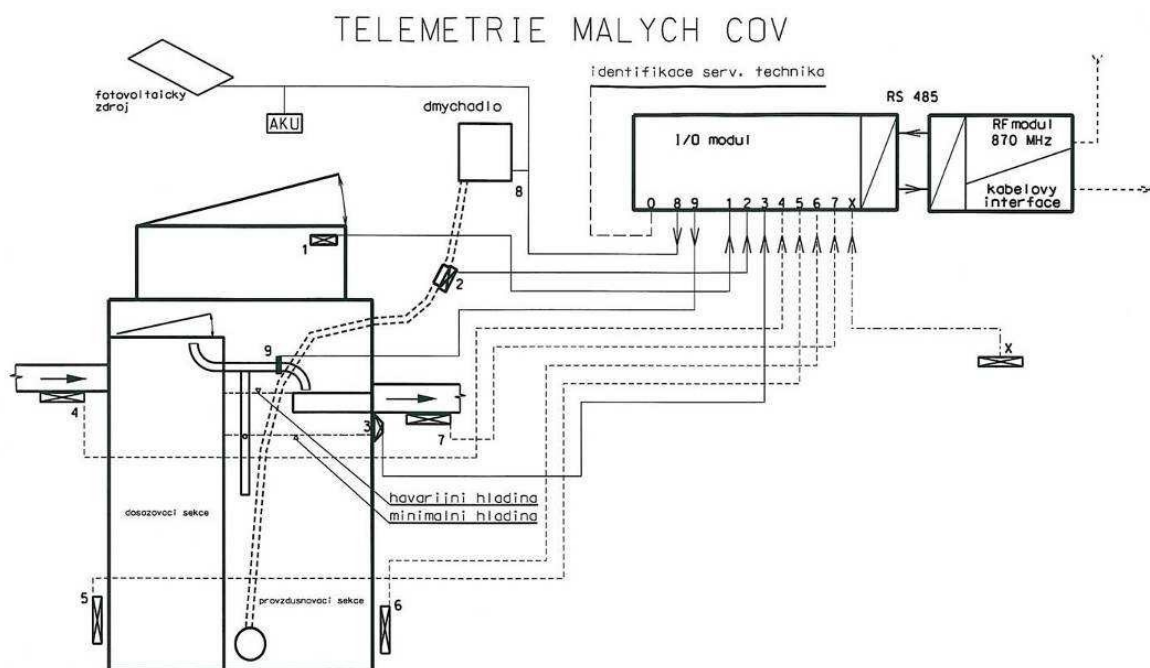
Centralizované řízení systémů decentralizovaného čištění odpadních vod pomocí telemetrie představuje především pro malé obce vhodné řešení problémů s čištěním odpadních vod, dodržováním předepsaných odtokových parametrů u čistíren a sofistikovanou a cílenou údržbou těchto systémů. Struktura systému navíc umožňuje úspěšnou aplikaci jak pro velké množství připojených zákazníků, tak pro větší obce. [2]

4.3 Studie telemetrického řídicího systému

Podrobnou studii telemetrického řídicího systému decentralizovaných ČOV pro malé obce se zabývá autor diplomové práce „Senzory pro decentralizovaný systém čištění odpadních vod“. [4] Uvádím zde odstavce úzce související s hlavním tématem práce:

Záměrem celého projektu ministerstva obchodu a průmyslu je realizovat výzkum a vývoj technologie decentralizovaného čištění odpadních vod s telemetrickým řídicím systémem. ČOV budou především určeny pro obce, které ještě nemají vyřešen problém s čištěním splaškových vod centrálně v jedné ČOV. Tento systém bude navržen jako univerzální tak, aby našel uplatnění v každé obci, která bude tuto technologii potřebovat. Bude tak vyřešena velká finanční zátěž obcí při budování centrálních ČOV, protože výstavba sítě decentralizovaných ČOV není tak nákladná, a současně bude splněn i závazek České republiky vůči Evropské unii, který vychází z cílů a nástrojů Regionální politiky EU.

Síť se bude skládat z jednotlivých, do určité míry autonomních stanic – ČOV (Obr. 8), které budou umožňovat vybudování kvalitní sítě ČOV s vysokou účinností čištění. V síti bude možné použít jakýkoliv druh ČOV, který bude splňovat požadavky na kvalitu odtokové vody. Na tuto kanalizační síť bude navazovat komunikační datová síť. Komunikační síť bude buď bezdrátová, nebo kabelová v závislosti na konkrétním případě realizace. Tato síť bude využívána pro sběr dat z jednotlivých ČOV a následný přenos dat do centrálního monitorovacího pracoviště umístěného v obci (např.: obecní úřad) nebo do vzdáleného centrálního pracoviště společnosti, která bude zabezpečovat servis, provoz a dohled nad decentralizovaným čištěním odpadních vod v dané venkovské lokalitě a to zpravidla pro více obcí současně.



Obr. 8 – Schéma čistírny odpadních vod

Pro monitorování ČOV a tudíž ověření správné funkčnosti postačuje sledovat tyto parametry:

- otevření / zavření víka,
- kontrola procesu provzdušňování,
- sledování pohybu hladiny v odtokové sekci = normální provoz,
- nátokové vody – sledování nebezpečných látek,
- měření výšky kalu v dosazovací sekci,
- měření výšky kalu v provzdušňovací sekci,
- měření kvality odtokových vod,
- řízení intenzity provzdušňování,
- ovládání režimu provozu,
- monitorování možných zdrojů průmyslového a jiného znečištění.

Pro vyhodnocování kvality odtokové vody z ČOV bude vyhledáno nebo vyvinuto vhodné čidlo(a), které bude dostatečně splňovat požadavky na přesnost a odolnost. Výhodou tohoto systému budou dálkové monitorování funkce jednotlivých stanic ČOV a z toho plynoucí včasný zásah servisní společnosti. Tím

se bude moci předejít vyšší koncentraci chemicky či biologicky aktivních látek v povrchových tocích, kam většina kanalizací v malých obcích vyúsťuje. [4]

Dále je zde autorem podrobně a precizně vysvětlena úloha a funkčnost jednotlivých senzorů a čidel (sledujících parametry uvedené výše), díky čemuž je možno rozšířit si a zároveň utvořit komplexnější představu o celé problematice.

4.4 Řešení decentralizovaného čištění odpadních vod ve světě

Zde jsou uvedeny příklady řešení decentralizovaného způsobu čištění odpadních vod ve světě:

4.4.1 Inteligentní dozorující a vyhodnocující podpůrný systém pro čistírny decentralizovaného čištění odpadních vod

Současné asanační koncepty decentralizovaného čištění odpadních vod a opětovné vyzdvihnutí problematiky monitoringu a údržby systémů:

Pro garanci vysoké kvality recyklované vody jsou systémy s vysokými požadavky týkající se technologických procesů nezbytné. S rostoucími počty decentralizovaných systémů rozpínajících se přes velké vzdálenosti bude stále více nemožné a neekonomické mít v místě odborný personál. Z toho důvodu je nový vizuální a inteligentní informační systém nezbytností. Dokument popisuje strukturu a 3D demonstraci jako základ pro informativní představu. Nejnovější vizualizační techniky usnadňující poznávání souvisejících informací maximalizují množství informací prezentovaných uživateli bez překážek. Ohledně diagnostického a vyhodnocovacího podpůrného systému v oblasti čištění odpadních vod je blíže představeno několik zajímavostí určujících jejich použitelnost pro systém decentralizovaného čištění odpadních vod. Inteligentní vyhodnocovací podpůrný systém, který je zde prezentovaný se stává kombinací ontologie a logického uvažování spolu s procesem monitorovacího systému. Je to odpovědný systém pro věrohodnou kontrolu, diagnózu chyb, řešení a optimalizaci. [8]

4.4.2 Dálková monitorovací architektura umožňující centralizované provozování decentralizovaného systému čištění odpadních vod

Ve Spojených Státech 25% existujících a 33% nově postavených domácností používá decentralizovaný nebo místní systém. Nyní jsou stálou součástí naší infrastruktury v oblasti čištění odpadních vod. Provozování místních a decentralizovaných systémů je národní záležitost velkého koncernu U.S. Environmental Protection Agency (EPA). Podle EPA, "adekvátně vedené decentralizované systémy, které chrání životní prostředí a zdraví veřejnosti, mohou poskytnout alternativu centrálním systémům čištění odpadních vod." Dnes je mnoho dostupných technologií a managementů v oblasti čištění odpadních vod poskytující levnou alternativu k tradičním kanalizacím. Naneštěstí mnoho z těchto systémů jsou nesprávně provozovány, neprospívají veřejnému zdraví a nesplňují požadavky na kvalitu vody. Tak, jako se objevují technologické inovace, zvyšuje se komplexita systémů, která vyplývá z větší potřeby automatizovaného monitoringu a kontroly systému. Monitoring v reálném čase se jeví jako klíčový element a trvalý komponent procesu a celkového řízení systému. Projekt, založený na formě procesu "Centralizované řízení decentralizovaného systému čištění odpadních vod", prozkoumal možnosti monitoringu více systémů z jedné centrály. Primárním cílem tohoto projektu je prověřování a vyhodnocování použitelnosti pro tuto "centralizovanou formu" v kontextu řízení místních systémů rozdělených a umístěných v různých sítích. Nicméně záměrem tohoto článku je ilustrovat systém a architekturu tohoto návrhu a jeho realizaci. Specifické informace obsažené v tomto článku obsahují: požadavky softwaru a hardwaru pro real-time monitoring a architekturu souboru dat z dálkové sítě na pracovní plochu (akvizice, přenos, úložiště a analýza dat). [9]

4.4.3 Přiblížení problematiky decentralizovaného čištění odpadních vod: Použitelnost v rozvojových zemích

Poskytování spolehlivého a cenově dostupného čištění odpadních vod ve venkovských oblastech je těžký úkol v různých částech světa, zvláště v rozvojových zemích. Problémy a omezení možností centralizovaného čištění odpadních vod jsou postupně rozebírány. Centralizované systémy čištění odpadních vod jsou nákladné na výstavbu a provoz, zvláště v oblastech s nízkou populací s rozptýlenou zástavbou. Rozvojové země postrádají obojí, jak

financování výstavby centralizovaných zařízení, tak technickou expertízu k jejich provozování. Eventuálně decentralizovaný systém čištění odpadních vod, který používá kombinaci místní sítě a sloučených systémů, které si získávají stále větší pozornost. Stejně jako poskytování flexibility v provozování jsou dostupné i různé technologie. Decentralizovaný systém není pouze perspektivní řešení pro malé obce, ale i více spolehlivý a finančně efektivnější. Tento článek prezentuje a představuje různé možnosti decentralizovaného čištění odpadních vod a jeho provozování. Jejich použitelnosti v rozvojových zemích, přednostně ve venkovských oblastech a čelení problémům je zdůrazňováno v průběhu celého článku. Mnoho překážek a problémů týkajících se řízení čištění odpadních vod v rozvojových zemích může být překonáno vhodným plánováním a správným provedením. Porozumění ochraně životního prostředí je rozhodující pro výběr technologie a měla by být zdokonalena řízením komplexní sítě vyhodnocující celý proces. U centralizovaného provozování decentralizovaného systému čištění odpadních vod je jeho základem kontrola a pravidelná údržba. Správné strategie by měly být voleny danými okolnostmi dle sociální, kulturní, environmentální a ekonomické situace v cílové oblasti. [10]

4.4.4 Technicko-ekonomické analýzy výběru decentralizovaných technologií pro městský systém čištění odpadních vod v městě Římě

Několik technologií čištění odpadních vod bylo ohodnoceno jako alternativní systémy tradičního centralizovaného systému sloužící k decentralizaci oblastí Říma (Itálie). Například byly vybrány tyto technologie: (1) Umělé mokřady, (2) Membránový biologický reaktor, (3) Hluboká šachta, (4) Reaktor se sekvenčními nádržemi, (5) Kombinovaná filtrace a UV-desinfekce. Takové systémy byly význačně založeny na omezeních, které potenciálně umožňovaly zlepšit stav odpadní vody. A proto reaktor se sekvenčními nádržemi a hluboká šachta byly spojeny dohromady pro jejich schopnost dodržet normy při vypouštění do povrchových vod (podle Italské dekretní legislativy 152/06, Tabulka 1, All. 5), kdežto u membránového biologického reaktoru a terciárního systému (filtrace a UV-desinfekce) bylo zvažováno spojení dohromady, jelikož by mohly být schopny umožnit zasakování odpadních vod do půdy (podle Italské dekretní legislativy 152/06, Tabulka 4, All. 5) anebo jejich opětovné využití (podle Italské D.M.

185/03). Obě skupiny technologií byly zhodnoceny v porovnání s běžným kontinuálně protékaným sekvenčně řešeným systémem sestávajícím se z nádrže biologického aktivovaného kalu a následně sekundárního kalu s chlorací. Umělé mokřady byly studovány zvláště, jako řešení pro decentralizované městské oblasti s omezenou populací. Po analýzách hlavních technologických vlastností a ekonomických odhadů bylo investováno na provoz a na výdaje za údržbu kvůli funkční kapacitě čistírny. Analýzy byly provedeny podle skutečných údajů poskytnutých společností, která provozuje celý vodohospodářský systém města Říma (Acea Ato 2 S.p.A.). Předběžný návrh řešení čistíren využívá některé ze zmíněných technologií, které byly následně uskutečněny. [11]

4.4.5 Domovní čistírny odpadních vod ve Flandersku (Belgie)

Ve Flandersku není možné všem zajistit čištění odpadních vod centralizovanou infrastrukturou. Decentralizovaný systém by měl být zvážen jakožto základní část celkové regionální metodiky. Decentralizované čištění odpadních vod může být pro malou škálu (20 až 2200 EO – ekvivalentních obyvatel) nebo jednotlivě (méně než 20 EO). Tento článek pojednává o provozování, technických parametrech, technologických aspektech a nákladech domovních čistíren odpadních vod (IWTPs) ve Flandersku. Jsou zde popsány a zhodnoceny různé systémy. Celkové náklady (zisky a výdaje) mohou být stejné jako u centralizovaných systémů, 100 EO (EURO/EO.rok). Pokud jde o veškerou výkonnost, nejvíce z těchto technických systémů je testováno ve Flandersku: aerobní biologické filtry, systémy s aktivovaným kalem, ponořené provzdušňované filtry, biologické filtrační nosiče – ty všechny v podstatě vykazují dobrou účinnost. Nicméně zbývající problémy budou teprve řešeny. Kvalita odpadní vody se liší podle konkrétního místa, záleží na údržbě a dozoru vlastníka. Z toho důvodu by se legislativa neměla zaměřovat jen na certifikaci a instalaci jako takové, ale především na pravidelné kontroly v domácnostech. Na zřeteli je i naléhavá potřeba vedení návrhu a zásobování vhodného řídicího systému. [12]

4.4.6 Provozování decentralizovaného systému čištění odpadních vod a jeho aplikace na městské oblasti Pekingu v Číně

Centralizovaný systém čištění odpadních vod byl stále pokládán za úspěšné řešení během minulého století. Avšak dodávka vody a energie a technologie do rozvojových zemí jako je Čína se ukázaly jako extrémně omezené a ne vždy realizovatelné. Provozování decentralizovaného čištění odpadních vod je založeno na ekologické sanaci (EcoSan) ukazuje se být slibující jinou možnost bez nástrah, které jsou u způsobu centralizovaného čištění odpadních vod, a představuje řešení pro ekologickou a ekonomickou kanalizaci. Hlavním cílem EcoSan je spojit oba cykly – nutriety a vodu – za účelem snížení množství materiálu a energie, jak jen to je možné tak, aby realizace mohla vyplynout jako prospěšná k ochraně, flexibilitě a rentabilitě přírodních zdrojů. Tato studie se zabývala potřebami a možnostmi pro provozování čištění odpadních vod v Číně, a porovnává centralizované a decentralizované provozování. Využíváním obou decentralizovaných systémů a opětovného použití šedých vod a odběr srážkových vod v předměstských oblastech Pekingu demonstruje úspěch takovýchto decentralizovaných systémů. Navíc je zde pojednáváno o aplikaci a realizaci decentralizovaných systémů založených na ekologické sanaci ve venkovských a městských oblastech Číny. [13]

5 Posouzení možných variant řešení a rozpracování doporučené varianty řešení (graficky, hydrotechnické výpočty)

Jak již bylo řečeno v kapitole 3, tak pro obec Těškovice existuje vypracovaný návrh pro jednotnou kanalizaci s centralizovaným čištěním odpadních vod i s čistírnou odpadních vod. Po dohodě s vedením obce byla vypracována varianta jednotné kanalizace s decentralizovaným čištěním odpadních vod. Součástí dohody bylo také to, aby byla ke každému rodinnému domu zvlášť navržena domovní čistírna.

5.1 Vlastní návrh

Praktická část

Vlastní návrh byl proveden do katastrální mapy obce Těškovice s výškovým zaměřením. Podklady pro praktickou část byly poskytnuty obcí. V situaci je obec rozdělena do čtyř jednotlivých rajonů (A, B, C, D), které spolu nejsou nijak propojeny, a kde jsou vyčištěné odpadní vody z každého rajonu odváděny zvlášť a to tak, že: rajon A je odváděn do vedlejší výusti a rajony B, C a D jsou jednotlivě odváděny do hlavní výusti. Každý rajon má tedy svou kmenovou stoku (s hlavními sběrači a sběrači nižších řádů).

Další fází je vypracování hydrotechnické situace pro dimenzování stokové sítě metodou ideálních střech, kdy je kanalizační povodí rozděleno do kanalizačních okrsků. Jejich plochy se poté využijí při hydraulických výpočtech pro dimenzování průtoků stokovou sítí.

U většiny kanalizačních stok byla navržena spadiště z důvodu snížení vysoké rychlosti průtoků odváděných vod ve svažitém terénu. Podélné profily byly vypracovány pro všechny trasy stokové sítě. Pro výtlačky a tlakovou kanalizaci byly také navrženy podélné profily.

Samotný návrh a výkresová část byla zpracována dle normy [6] ČSN 01 3463: Výkresy inženýrských staveb – Výkresy kanalizace.

5.2 Postup při výpočtu dimenzování stokové sítě

Zde jsou následně popsány jednotlivé sloupce tabulky hydraulických výpočtů. Samotná tabulka s výpočty je jako příloha č. 3.

1. Stoka

V tomto sloupci jsou uvedeny názvy stok (např. A, AA, AA-1, B, C atd.)

2. Číslo kanalizačního okrsku

Číselné označení jednotlivých kanalizačních okrsků, ze kterých jsou odváděny odpadní vody.

3. Plocha povodí S_s

Plocha se určí pomocí programu AutoCAD.

4. Specifický odtok splašků q_s

$$\text{Je dán vztahem: } q_s = \frac{880 \cdot 126}{34,17} = 0,0375 l \cdot s^{-1} \cdot ha^{-1} \quad (1)$$

kde 880 počet obyvatel
126 spotřeba vody ($l \cdot s^{-1}/den$)
34,17 celková plocha povodí (ha)

5. Odtokový součinitel Ψ

Bezrozměrné číslo vyjadřující poměr množství vody odečtené na danou plochu k celkovému množství spadlé srážky. Pro výpočet Ψ byly do katastrální situace zakresleny vzorové hektary (A) a (B), z jehož zvoleného umístění byl vypočten střední součinitel odtoku Ψ_s podle vztahu:

$$\Psi_s = \frac{S_1 \cdot \Psi_1 + \dots + S_n \cdot \Psi_n}{\sum_1^n S} \quad (2)$$

kde Ψ_s střední součinitel odtoku,
 Ψ součinitel odtoku (Tab. 9),
 S plocha jednotlivých druhů povrchů.

Tab. 9 Součinitel odtoků Ψ pro podrobný výpočet stokové sítě

Způsob zástavby a druh pozemku, popř. druh úpravy povrchu	Součinitel odtoku Ψ při konfiguraci území		
	rovinné při sklonu do 1%	svažitě při sklonu až 5%	prudce svažitě při sklonu nad 5%
Zastavěné plochy	0,90	0,90	0,90
Asfaltové a betonové vozovky, dlažby se zálivkou spár	0,70	0,80	0,90
Obyčejné dlažby se zapískovanými spárami	0,50	0,60	0,70
Štěrkové cesty	0,30	0,40	0,50
Nezastavěné plochy	0,20	0,25	0,30
Hřbitovy, sady, hřiště	0,10	0,15	0,20
Zelené pásy, pole, louky	0,05	0,10	0,15
Lesy	0,00	0,05	0,10

Sklon terénu ve sledovaném území je v rozmezí 1 až 5%.

Vzorový hektar (A)

Zastavěné plochy	$S_1 = 0,12 \text{ ha} = 12\%$	$\Psi_1 = 0,90$
Asfaltové vozovky	$S_2 = 0,05 \text{ ha} = 5\%$	$\Psi_2 = 0,80$
Zeleň	$S_3 = 0,83 \text{ ha} = 83\%$	$\Psi_3 = 0,10$

$$\Psi_s(A) = \frac{0,12 \cdot 0,9 + 0,05 \cdot 0,8 + 0,83 \cdot 0,1}{1} = \underline{\underline{0,292}} \quad (3)$$

Vzorový hektar (B)

Zastavěné plochy	$S_1 = 0,05 \text{ ha} = 5\%$	$\Psi_1 = 0,90$
Asfaltové vozovky	$S_2 = 0,17 \text{ ha} = 17\%$	$\Psi_2 = 0,80$
Zeleň	$S_3 = 0,78 \text{ ha} = 78\%$	$\Psi_3 = 0,10$

$$\Psi_s(B) = \frac{0,05 \cdot 0,9 + 0,17 \cdot 0,8 + 0,78 \cdot 0,1}{1} = \underline{\underline{0,259}}$$

$$\Psi_s = \frac{0,292 + 0,259}{2} = \underline{\underline{0,275}}$$

6. Redukovaná plocha dílčí S_d

Určí se vztahem: $S_d = S_s \cdot \Psi$ (ha), (4)

kde S_s střední součinitel odtoku,

Ψ součinitel odtoku.

7. Redukovaná plocha S_c

S_c je součet redukované plochy dané stoky a redukovaných ploch všech navazujících stok, které se sčítají ve směru toku odpadních vod.

8. Intenzita redukovaného deště i

Byla dána hodnotou $157 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \text{ ha}$.

9. Dílčí dešťový průtok Q_d

Množství maximálních dešťových vod pro jednotlivé úseky kanalizačních okrsků se určí vztahem: $Q_d = S_s \cdot \Psi \cdot i$ ($\text{l} \cdot \text{s}^{-1}$), (5)

kde S_s plocha povodí,

Ψ součinitel odtoku,

i intenzita redukovaného deště ($\text{l} \cdot \text{s}^{-1} \text{ ha}$).

10. Dílčí splaškový průtok Q_s

Množství splaškových vod pro jednotlivé úseky kanalizačních okrsků podle vztahu: $Q_s = S_s \cdot q_s$ ($\text{l} \cdot \text{s}^{-1}$), (6)

kde S_s plocha povodí,

q_s specifický odtok splašků ($\text{l} \cdot \text{s}^{-1} \text{ ha}$).

11. Celkový splaškový průtok Q_{sc}

Zde se sčítají jednotlivé splaškové průtoky podobně jako při počítání celkové redukované plochy.

12. Maximální celkový dimenzovaný průtok Q_{dim}

Vznikne součtem splaškové a dešťové vody vtékající do stoky z jejího povodí. Načítání jednotlivých Q_{dim} kmenové stoky se provádí ve směru toku odpadních vod a v místech zaústění hlavních stok a stok nižších řádů do stoky kmenové se jejich Q_{dim} připočtou.

13., 14. Sklon dna, navržený profil

Pomocí hydraulických tabulek [7] se podle celkového Q_{dim} stanoví sklon dna potrubí o daném průměru v hloubce, jenž zajišťuje minimální krytí stoky.

15. Délka úseku

Je délka stoky jednoho kanalizačního okrsku. Změří se podle katastrální situace.

16. Kapacitní průtok

Je to průtokové množství ve stoce při kapacitním plnění.

17. Kapacitní rychlost v_{kap}

Je to rychlost ve stoce při kapacitním plnění. Hodnota je uvedena v hydraulických tabulkách. [7] Pomocí v_{kap} se zjistí skutečná rychlost toku odpadních vod.

18. Plnění h

Je to výškové plnění stoky při skutečném průtoku. Hodnota se zjistí z tabulek [7] kde se interpolací součinitele κ získá přesná hodnota, která se vynásobí poloměrem stoky r (m).

19. Skutečná rychlost v_{sk}

Její hodnota se získá ze vztahu: $v_{sk} = \frac{\kappa}{100} \cdot v_{kap} \text{ (m.s}^{-1}\text{)},$ (7)

kde v_{kap} kapacitní rychlost,
 κ součinitel.

20. Doba průtoku t jednotlivě

Je to doba průtoku odpadní vody v jednom kanalizačním okrsku. Tato doba se vypočte vztahem: $t = \frac{S}{v_{sk}} \text{ (s)}$, (8)

kde S délka úseku (m)
 v_{sk} skutečná rychlost.

21. Doba průtoku t celkem (s)

Celková doba průtoku se stanoví postupným načítáním jednotlivých časů t na každé stoce zvlášť.

22. Doba průtoku t celkem (m)

Jde pouze o převedení celkové doby průtoku na minuty.

23., 24. Součinitel λ , κ

Součinitele λ se stanoví vztahem: $\lambda = \frac{Q_{dim}}{Q_{kap}} \cdot 100$, (9)

kde Q_{dim} dimenzovaný průtok (l.s^{-1}),
 Q_{kap} kapacitní průtok (l.s^{-1}).

Podle součinitele λ se pak z tabulek [7] interpolací určí hodnota součinitele κ .

6 Ekonomické zhodnocení

Součástí návrhu je i orientační vyhodnocení finančních prostředků a ekonomických nákladů na jeho realizaci.

V cenách na vybudování jednoho metru kanalizace jsou zahrnuty všechny potřebné náklady (odstranění asfaltového krytu, vyhloubení a zasypání stavební rýhy, podsyp, obsyp, hutnění rýhy, vnitřní průměr potrubí, atd.).

Tab. 10 Cena pro vybudování jednoho metru kanalizace v rostlém terénu

DN	Cena (Kč) / 1 m	Délka úseku (m)	Celková cena (Kč)
80	2500	22	55000
300	4500	73,5	330750
400	5000	3,5	17500
500	5500	663	3646500
600	6000	69,5	417000
Σ			4466750

Tab. 11 Cena pro vybudování jednoho metru kanalizace v asfaltovém povrchu

DN	Cena (Kč) / 1 m	Délka úseku (m)	Celková cena (Kč)
80	3000	801,5	2404500
100*	3500	1137	3979500
300	5000	2184,5	10922500
400	5500	1224,5	6734750
500	6000	558	3348000
600	6500	97,5	633750
Σ			28023000

* potrubí pro přípojky na hranici pozemků

Tab. 12 Ceny objektů na stokové síti

Objekt	cena za kus (Kč)	počet kusů	celková cena (Kč)
betonová šachta	20000	144	2000000
spadiště	30000	24	720000
čerpací stanice	27000	2	54000
podtlaková stanice	30000	2	60000
Σ			2834000

Z výběru druhů domovních čistíren odpadních vod byl zvolen typ AS-VARIOcomp.

Tab. 13 Typy a ceny domovních čistíren

Typ DČOV	pro počet EO	cena za kus (Kč)	počet kusů	celková cena
AS-VARIOcomp 5	3 - 6	45500	220	10101000
AS-VARIOcomp 10	6 - 12	65000	12	780000
AS-VARIOcomp 15	12 - 17	74500	0	0
AS-VARIOcomp 20	18 - 32	115550	7	808850
Telemetrický systém	-	5000	244	1220000
Σ				12909850

Dodávka domovních čistíren záleží na domluvě s firmou a na průběhu a rychlosti výstavby kanalizace. Firma SOVEKO dováží domovní čistírny firmy ASIO z Brna. Kapacita jednoho auta je 10 DČOV a cena tam a zpět stojí 6000 Kč. Dvě auta vyjdou na 3000 Kč. Po domluvě je možno objednat auto i s návěsem, což může vyjít levněji. Také možná sleva při poptávce většího počtu kusů DČOV se projednává, až při samotné objednávce.

Budeme-li uvažovat dovoz domovních čistíren postupně vždy po jednom autě, bude celková cena za dovoz **144000 Kč**.

Tab. 14 Celkové náklady

položky	cena (Kč)
Kanalizace v asfaltovém povrchu	28023000
Kanalizace v rostlém terénu	4466750
Objekty na stokové síti	2834000
Vybudování objektů na stokové síti	1600000
Domovní čistírny + telemet. systém	12909850
Dovoz domovních čistíren	144000
Součet	49977600
+ 20% za nezahrnuté náklady	9995520
Σ	59973120

Orientační částka na vybudování jednotné kanalizace s decentralizovaným čištěním odpadních vod v obci Těškovice činí **59 973 120 Kč**.

7 Závěr

Diplomová práce je vypracována jako další možná varianta návrhu jednotné kanalizace s decentralizovaným čištěním odpadních vod v obci Těškovice.

Celková délka kanalizační sítě činí 5695m. Konkrétní umístění domovních čistíren na pozemky obyvatel bylo voleno podle katastrální situace obce, leteckých snímků v měřítku 1:2000 a s využitím nahlížení do katastru nemovitostí. Toto umístění však slouží pouze jako orientační, protože konečné umístění bude záviset na požadavcích majitelů pozemků.

Součástí práce je i rozsáhlá výkresová dokumentace, která obsahuje katastrální situaci v měřítku 1:1500, hydrotechnickou situaci měřítku 1:1500 a podélné profily, které byly vypracovány pro celou stokovou síť, jejichž přehled je v seznamu příloh. Způsob řešení návrhu kanalizace a podélných profilů je probrán v kapitole 5.

Ekonomické zhodnocení nákladů na výstavbu jednotné kanalizace s decentralizovaným čištěním odpadních vod je vypracováno v kapitole 6. Pro porovnání zde uvádím ekonomické zhodnocení obou variant.

Celková částka na vybudování jednotné kanalizace:

- s centrálním čištěním odpadních vod činí **69 596 539 Kč**
- s decentrálním čištěním odpadních vod činí **59 973 120 Kč**

Není ovšem možno dopředu určit, jaké budou provozní náklady obou variant, a proto také nelze nyní říci, která varianta bude pro obec Těškovice výhodnější. Varianta návrhu s decentralizovaným čištěním odpadních vod byla vypracována na požadavky obce. Obec teď musí sama zvážit své možnosti a prostředky na provozování vybrané varianty.

Vzhledem k tomu, že problematika decentralizovaného čištění odpadních vod je důležitou součástí diplomové práce, a zároveň je tento způsob čištění odpadních vod u nás v začátcích, věnuje se práce bližšímu představení tohoto způsobu. Je zde snaha poukázat na to, že decentralizované čištění odpadních vod má již ve světě svou váhu, stejně jako systém telemetrické kontroly, který řeší problémy při zanedbání provozu tohoto způsobu.

Diplomová práce může pomoci obci Těškovice k snadnějšímu rozhodování při výběru varianty návrhu jednotné kanalizace, a zároveň samotný návrh může sloužit jako simulace decentralizovaného čištění odpadních vod na konkrétním příkladě.

Seznam použitých zkratk

ČOV	čistírna odpadních vod
DČOV	domovní čistírna odpadních vod
EO	ekvivalentní obyvatel
Š	šachta
UV	uliční vpust'
ČS	čerpací stanice
PS	podtlaková stanice
DN	jmenovitá světlost - vnitřní průměr potrubí
ČSN	česká technická norma

Seznam literatury

- [1] KAREL PLOTĚNÝ, JÍŘÍ PALBUCHTA, Asio, spol. s.r.o.: *Domovní ČOV jako řešení pro celou lokalitu*. Brno, Sborník jaro 2009
- [2] KAREL PLOTĚNÝ, MAREK HOLBA, Asio, spol. s.r.o.: *Domovní ČOV – telemetrie a nové trendy v kontrole DČOV*. Brno, Sborník jaro 2011
- [3] KAREL PLOTĚNÝ, Asio, spol. s.r.o.: *Čištění odpadních vod pro komunální sféru – možnosti řešení* [online]. Deník veřejné správy. 2011
Dostupné na WWW: <<http://denik.obce.cz/clanek.asp?id=6468621>>
- [4] MIROSLAV PLOTĚNÝ, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií: *Senzory pro decentralizovaný systém čištění odpadních vod* [online]. Vysoké učení technické v Brně. Brno 2009. Dostupné na WWW: <http://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor verejne.php?file_id=14222>
- [5] KAREL PLOTĚNÝ, Asio, spol. s.r.o.: *Domovní čistírny s mikroflotací* [online]. Brno 2006
Dostupné na WWW: <<http://www.asio.cz/images/jaro200617.pdf>>
- [6] ČSN 01 3463: *Výkresy inženýrských staveb – Výkresy kanalizace*. Český normalizační institut. 1997
- [7] JAROMÍR HERLE, OLDŘICH ŠTEFAN, JOZEF TURI NAGY: *Hydraulické tabulky stok*. STNL Praha 1971
- [8] WÖLLE, J. a), STEINMETZ, H. a), HANSEN, J. a), EINSFELD, K. b), EBERT, A. b),
a) Institut urbanistického vodohospodářského managementu, TU Kaiserslautern, Německo
b) Výpočetní vědecká katedra, TU Kaiserslautern, Německo: *Inteligentní dozorující a vyhodnocující podpůrný systém pro čistírny decentralizovaného čištění odpadních vod* [online]. © IWA Nakladatelství 2007
Dostupné na WWW: <<http://www.scopus.com/record/display.url?eid=2-s2.0-35148855886&origin=resultslist>>

- [9] SOLOMON, C. a), KAMALESH, J. a), LIN, L.-S. b),
a) Národní místní demonstrativní program, Universita Západní Virginie
b) Občanskoprávní a environmentální inženýrství, Universita Západní Virginie: *Dálková monitorovací architektura umožňující centralizované vedení systému decentralizovaného čištění odpadních vod* [online]. Každoroční mezinárodní meeting, Portland, 2006.
Dostupné na WWW: <<http://www.scopus.com/record/display.url?eid=2-s2.0-67649848038&origin=resultslist>>
- [10] MASSOUND, M.A. a), TAHRINI, A. b), NARS, J.A. a),
a) Katedra hygieny prostředí, fakulta zdravotních věd, Americká univerzita Beirutu, Libanon
b) Katedra občanskoprávního a environmentálního inženýrství, Bejrútská Arabská univerzita, Libanon: *Přiblížení problematiky decentralizovaného čištění odpadních vod: Použitelnost v rozvojových zemích* [online]. © 2008 Elsevier Ltd.
Dostupné na WWW: <<http://www.scopus.com/record/display.url?eid=2-s2.0-55249122874&origin=resultslist>>
- [11] GAVASCI, R. a), CHIAVOLA, A. b), SPIZZIRRI, M. c),
a) Katedra občanskoprávního inženýrství, Římská univerzita Říma Tor Vergata, Itálie
b) Katedra hydrauliky, dopravy a komunikací, Římská univerzita Sapienza, Itálie
c) Acea Ato 2 S.p.A., Řím, Itálie: *Technicko-ekonomické analýzy výběru decentralizovaných technologií pro městský systém čištění odpadních vod v městě Římě* [online]. © IWA Nakladatelství 2010
Dostupné na WWW: <<http://www.scopus.com/record/display.url?eid=2-s2.0-78649670072&origin=resultslist>>
- [12] VAN TOMME, I., PIETERS, J., VERSTRAETE, W., Laboratoř mikrobiální ekologie a technologie, Ghentská univerzita, Belgie.: *Domovní čistírny odpadních vod ve Flandersku (Belgie)* [online].
Dostupné na WWW: <<http://www.scopus.com/record/display.url?eid=2-s2.0-22344440710&origin=resultslist>>

- [13] ZHANG, D.Q. a), TAN, S.K. b),
a) DHI-NTU, Centrum Nanyangské technologické univerzity, Singapur
b) Námořní výzkumné centrum, Nanyangská technologická univerzita, Singapur: *Provozování decentralizovaného systému čištění odpadních vod a jeho aplikace na městské oblasti Pekingu v Číně* [online]. © 2010 IEEE
Dostupné na WWW: <<http://www.scopus.com/record/display.url?eid=2-s2.0-77956141595&origin=resultslist>>
- [14] Asio, spol. s.r.o.: *Domovní čistírny I - Strojní technologie, navrhování membránových ČOV* [online]. Studijní text.
Dostupné na WWW: <<http://www.asio.cz/learning/obrazky/7.pdf>>

Seznam tabulek

Tab.1: Typické parametry vyčištěné vody z ČOV s membránami.....	7
Tab.2: Monitorování mechanických částí a technologických procesů.....	11
Tab.3: Řízení provozu (automatické).....	12
Tab.4: Monitorování servisních prací.....	12
Tab.5: Fáze v průběhu provozování DČOV a odpovědnosti za ně.....	13
Tab.6: Možnosti náhrady některých úkonů dálkovým přenosem.....	15
Tab.7: Možnosti nahrazení prací při provozování.....	16
Tab.8: Různý rozsah vybavení.....	16
Tab.9: Součinitel odtoků Ψ pro podrobný výpočet stokové sítě.....	30
Tab.10: Cena pro vybudování jednoho metru kanalizace v rostlém terénu.....	36
Tab.11: Cena pro vybudování jednoho metru kanalizace v asfaltovém povrchu...	36
Tab.12: Ceny objektů na stokové síti.....	36
Tab.13: Typy a ceny domovních čistíren.....	37
Tab.14: Celkové náklady.....	37

Seznam obrázků

Obr.1: Letecký snímek obce Těškovice.....	4
Obr.2: Mapa obce Těškovice s názvy jednotlivých částí obce.....	4
Obr.3: Informační tok při provádění vlastní kontroly domovní ČOV.....	14
Obr.4: Náhrada prací pomocí přenosu dat.....	15
Obr.5: Vize toku informací u domovních ČOV budoucnu.....	17
Obr.6: ČOV Příkladné schéma systému.....	21
Obr.7: Ukázka části vývojové aplikace s graficky znázorněnými hodnotami sledovaných parametrů.....	22
Obr.8: Schéma čistírny odpadních vod.....	24

Seznam příloh

Příloha č.1	Katastrální situace obce Těškovice
Příloha č.2	Hydrotechnická situace
Příloha č.3	Tabulka hydraulických výpočtů
Příloha č.4	Podélný profil – Stoka A
Příloha č.5	Podélný profil – Stoka AA
Příloha č.6	Podélný profil – Stoka AB
Příloha č.7	Podélný profil – Větev AC
Příloha č.8	Podélný profil – Stoka B
Příloha č.9	Podélný profil – Stoka BA
Příloha č.10	Podélný profil – Větev BA
Příloha č.11	Podélný profil – Stoka BB
Příloha č.12	Podélný profil – Stoka BB-1
Příloha č.13	Podélný profil – Stoka BB-2
Příloha č.14	Podélný profil – Stoka BB-3
Příloha č.15	Podélný profil – Stoka BC
Příloha č.16	Podélný profil – Větev BC-1
Příloha č.17	Podélný profil – Stoka C
Příloha č.18	Podélný profil – Stoka CA
Příloha č.19	Podélný profil – Stoka CB
Příloha č.20	Podélný profil – Stoka CC
Příloha č.21	Podélný profil – Stoka CD
Příloha č.22	Podélný profil – Stoka D
Příloha č.23	Podélný profil – Stoka DA
Příloha č.24	Podélný profil – Větev DA
Příloha č.25	Podélný profil – Stoka DA-1
Příloha č.26	Příklad výkresu vstupní šachty